

**OPTIMASI GLISERIL MONOSTEARAT (GMS) DAN ASAM OLEAT PADA
SEDIAAN *NANOSTRUCTURE LIPID CARRIER* (NLC) EKSTRAK
ETANOL DAUN JAMBU BIJI (*Psidium guajava* L.)**

ARTIKEL



Dinda Dwi Safitri

1042211055

**PROGRAM STUDI S1 FARMASI
SEKOLAH TINGGI ILMU FARMASI YAYASAN PHARMASI SEMARANG
2026**

Artikel

**OPTIMASI GLISERIL MONOSTEARAT (GMS) DAN ASAM OLEAT PADA
SEDIAAN *NANOSTRUCTURE LIPID CARRIER* (NLC) EKSTRAK
ETANOL DAUN JAMBU BIJI (*Psidium guajava* L.)**

Dinda Dwi Safitri

1042211055

Telah disetujui oleh :

Pembimbing I

Dr. apt. Lilies Wahyu Ariani, M.Sc.

Tanggal, Juli 2026

Pembimbing II

Dr. apt. Suwarmi, S.Si., M.Sc.

Tanggal, Juli 2026

**OPTIMASI GLISERIL MONOSTEARAT (GMS) DAN ASAM OLEAT PADA
SEDIAAN NANOSTRUCTURE LIPID CARRIER (NLC) EKSTRAK
ETANOL DAUN JAMBU BIJI (*Psidium guajava* L.)**

**OPTIMIZATION OF GLYCERYL MONOSTEARATE AND OLEIC ACID IN
NANOSTRUCTURED LIPID CARRIER (NLC) FORMULATION OF
GUAVA LEAF ETHANOL EXTRACT (*Psidium guajava* L.)**

**Dinda Dwi Safitri¹, Lilies Wahyu Ariani², Suwarmi³
Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Yayasan Pharmasi Semarang**

ABSTRAK

Kerontokan rambut (alopecia) merupakan masalah umum yang dipengaruhi oleh faktor hormon, genetik, dan stres oksidatif. Daun jambu biji (*Psidium guajava* L.) mengandung flavonoid, polifenol, tanin, dan quersetin yang berpotensi sebagai antioksidan dan antiandrogenik. Untuk meningkatkan stabilitas dan penetrasi senyawa aktif, ekstrak daun jambu biji diformulasikan dalam sistem Nanostructured Lipid Carrier (NLC). Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh variasi konsentrasi gliseril monostearat (GMS) dan asam oleat terhadap karakteristik fisik NLC serta menentukan formula optimum menggunakan metode *Simplex Lattice Design* (SLD). NLC dibuat dengan metode mikroemulsi menggunakan Tween 80 dan PEG 400. Variasi GMS 1–2% dan asam oleat 3–4% menghasilkan delapan formula. Parameter yang diuji meliputi pH, viskositas, ukuran partikel, dan indeks polidispersitas. Data dianalisis menggunakan *Design Expert* 13 dan diverifikasi dengan *one sample t-test*. Hasil menunjukkan variasi konsentrasi GMS dan asam oleat berpengaruh terhadap seluruh parameter fisik NLC. Formula optimum diperoleh pada konsentrasi GMS 1,329% dan asam oleat 3,671% dengan karakteristik fisik paling sesuai untuk sediaan topikal.

Kata kunci: *Psidium guajava* L., Nanostructure Lipid Carrier, Gliseril Monostearat, Asam Oleat, *Simplex Lattice Design*, Kerontokan Rambut.

ABSTRACT

*Hair loss (alopecia) is a common condition influenced by hormonal, genetic, and oxidative stress factors. Guava leaves (*Psidium guajava* L.) contain flavonoids, polyphenols, tannins, and quercetin that exhibit antioxidant and antiandrogenic activities. To improve the stability and penetration of active compounds, guava leaf extract was formulated into a Nanostructured Lipid Carrier (NLC) system. This study aimed to evaluate the effect of glyceryl monostearate (GMS) and oleic acid concentration variations on the physical characteristics of NLC and to determine the optimum formulation using the Simplex Lattice Design (SLD) method. NLC was prepared using a Microemulsion Technique with Tween 80 and PEG 400. Variations of HMS (1–2%) and oleic acid (3–4%) produced eight formulations. The evaluated parameters included pH, viscosity, particle size, and polydispersity index. Data were analyzed using Design Expert 13 and verified by a one-sample t-test. The results showed that variations in HMS and oleic acid significantly affected all physical parameters of the NLC. The optimum formulation was obtained with 1,329% HMS and 3,671% oleic acid, which provided the most suitable physical characteristics for topical application.*

Keywords: *Psidium guajava* L., Nanostructure Lipid Carrier, Glyceryl Monostearate, Oleic Acid, Simplex Lattice Design, Hair Loss.

PENDAHULUAN

Rambut merupakan suatu struktur kompleks dari sel-sel epitel berkeratin yang berperan sebagai pelindung kulit kepala yang paling efektif terhadap paparan sinar matahari. Permasalahan rambut yang sering ditemukan dan dikeluhkan sebagian besar masyarakat salah satunya adalah kerontokan rambut (*Alopecia*). Kerontokan rambut adalah kehilangan rambut dengan jumlah kurang lebih 120 helai perhari (Harris, 2021). Kondisi kerontokan rambut multifaktorial disebut *alopecia* androgenetik (AGA) ditandai dengan pola kebotakan tertentu (Pramitha dkk., 2013).

Jambu biji (*Psidium guajava* L.) adalah salah satu tanaman yang dikenal memiliki berbagai manfaat kesehatan. Tanaman jambu biji yang paling banyak

dimanfaatkan adalah bagian daunnya. Daun jambu biji (*Psidium guajava L.*) terdapat senyawa quersetin yang mampu menangkal radikal bebas, dan memiliki aktivitas antiandrogenetik. Berdasarkan hasil dari penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun jambu biji dapat menangkal radikal bebas dan memiliki aktivitas antiandrogenik dengan konsentrasi sebesar 15,63 ppm (Ruksiriwanich dkk., 2022).

Ekstrak daun jambu biji meskipun memiliki potensi farmakologis yang baik, senyawa bioaktif didalamnya memiliki keterbatasan berupa stabilitas yang rendah dan penetrasi yang kurang optimal ke dalam folikel rambut apabila diaplikasikan secara langsung, oleh karena itu diperlukan sistem penghantaran yang mampu meningkatkan stabilitas, penetrasi, dan efektivitas senyawa aktif. Salah satu penghantaran yang dapat digunakan adalah *Nanostructure Lipid Carrier* (NLC). NLC merupakan sistem nanopartikel lipid generasi kedua yang tersusun dari kombinasi lipid padat dan lipid cair, sehingga mampu meningkatkan stabilitas fiik, serta penetrasi zat aktif ke lapisan kulit dan folikel rambut (Rizikiyan dkk., 2025).

Pada penelitian ini, dibuat NLC yang bertujuan untuk meningkatkan efektivitas senyawa bioaktif ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava L.*) agar dapat menembus ke dalam folikel rambut yang mengandung sebum, dimana sebum terdiri dari komponen lipid, maka akan meningkatkan penyerapan, serta memaksimalkan aktivitasnya dalam merangsang pertumbuhan rambut. Pada formulasi NLC, pemilihan jenis dan konsentrasi lipid padat maupun lipid cair sangat penting karena akan mempengaruhi ukuran partikel, stabilitas, serta efisiensi penyerapan (Chaudhary dkk., 2015). GMS yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai lipid padat dengan konsentrasi 1–2%, karena memiliki kompatibilitas yang baik dengan lipid lain, sehingga dapat mempertahankan kestabilan fisik NLC. Asam Oleat digunakan sebagai lipid cair dengan konsentrasi 3–4%, berfungsi sebagai *penetration enhancer* yang mampu meningkatkan penetrasi senyawa aktif ke dalam kulit dan folikel rambut. Kombinasi antara GMS dan asam oleat digunakan untuk menyeimbangkan fase lipid padat dan lipid cair sehingga dapat meningkatkan stabilitas sediaan, mengontrol ukuran partikel, serta memperbaiki penetrasi dan pelepasan bahan aktif (Aisiyah dkk., 2019).

Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan optimasi formula NLC ekstrak

daun jambu biji (*Psidium guajava* L.) yang diharapkan mampu meningkatkan stabilitas dan efektivitas zat aktif dalam merangsang pertumbuhan rambut.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi timbangan analitik, cawan porselen, bejana maserasi, hot plate, magnetic stirrer, pH meter, viskometer Brookfield, Particle Size Analyzer (PSA), rotary evaporator, sonikator, serta peralatan gelas laboratorium.

Bahan yang digunakan terdiri dari ekstrak etanol daun jambu biji (*Psidium guajava* L.), etanol 70%, gliseril monostearat (GMS), asam oleat, Tween 80, PEG 400, aquadest, HCl pekat, serbuk Mg, reagen Folin-Ciocalteu, Na₂CO₃, dan FeCl₃ 5%.

2.2 Preparasi dan Ekstraksi Daun Jambu Biji

Sampel daun jambu biji (*Psidium guajava* L.) diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Obat (BPTO) Tawangmangu, Karanganyar, Jawa Tengah. Determinasi tanaman dilakukan di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional (B2P2TOOT) Tawangmangu.

Daun jambu biji sebanyak 1 kg dicuci menggunakan air mengalir, kemudian dirajang dan dikeringkan dengan metode pengeringan udara. Sampel kering selanjutnya dihaluskan hingga diperoleh serbuk simplisia. Sebanyak 200 gram serbuk simplisia diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 70% sebanyak 2000 mL selama tiga hari. Filtrat yang diperoleh kemudian diuapkan menggunakan rotary evaporator hingga menghasilkan ekstrak kental.

2.3 Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Jambu Biji

Skrining fitokimia dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan metabolit sekunder dalam ekstrak daun jambu biji. Pengujian meliputi identifikasi flavonoid, fenolik, dan tanin (Handarni dkk., 2020).

Uji flavonoid dilakukan dengan menambahkan HCl pekat dan serbuk Mg ke dalam ekstrak. Terbentuknya warna kuning, jingga, merah, atau biru menunjukkan adanya senyawa flavonoid. Uji fenolik dilakukan menggunakan

reagen Folin-Ciocalteu dan Na_2CO_3 7,5%, dengan hasil positif ditandai terbentuknya warna biru. Uji tanin dilakukan menggunakan FeCl_3 5%, dengan terbentuknya warna hijau kehitaman menunjukkan keberadaan senyawa tanin.

2.4 Formulasi *Nanostructured Lipid Carrier* (NLC) Ekstrak Daun Jambu Biji

Tabel 1. Formula *Nanostructured Lipid Carrier* (NLC) Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji

Berdasarkan Metode *Simplex Lattice Design*

Bahan	Run (% b/v)							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Ekstrak daun jambu biji	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
GMS	1,5	1	1,25	2	1,5	2	1,75	1
Asam oleat	3,5	4	3,75	3	3,5	3	3,25	4
Tween 80	4	4	4	4	4	4	4	4
PEG 400	2	2	2	2	2	2	2	2
Aquadest sampai	100	100	100	100	100	100	100	100

Sediaan NLC dibuat menggunakan metode *microemulsion technique*. GMS dan asam oleat ditimbang sesuai formula kemudian dilelehkan pada suhu $65 \pm 5^\circ\text{C}$ hingga terbentuk fase lipid homogen. Ekstrak daun jambu biji ditambahkan ke dalam fase lipid dan diaduk hingga tercampur merata.

Fase air dibuat dengan melarutkan Tween 80 dan PEG 400 dalam aquadest, kemudian dipanaskan hingga suhu yang sama dengan fase lipid. Fase air ditambahkan secara perlahan ke dalam fase lipid sambil dilakukan pengadukan menggunakan magnetic stirrer selama ± 10 menit hingga terbentuk emulsi panas. Selanjutnya dilakukan homogenisasi selama 2 jam pada kecepatan 1000 rpm dengan suhu $65 \pm 5^\circ\text{C}$, kemudian dilakukan sonikasi selama 15 menit untuk memperkecil ukuran partikel (Addakhil, 2021).

2.5 Evaluasi Karakteristik Fisik Sediaan NLC Ekstrak Daun Jambu Biji

Evaluasi karakteristik fisik sediaan NLC dilakukan melalui pengujian organoleptik, pH, viskositas, ukuran partikel, dan polidispersi indeks. Pengujian organoleptik dilakukan secara visual meliputi pengamatan warna, aroma, konsistensi, dan homogenitas sediaan. Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi dengan buffer pH 4 dan pH 7. Sebanyak 10 mL sediaan NLC digunakan untuk pengukuran, dengan persyaratan pH sesuai pH kulit yaitu 4,5–6,5. Pengujian viskositas dilakukan menggunakan viskometer Brookfield

dengan pemilihan spindle dan kecepatan putar berdasarkan nilai % torsi optimal. Nilai viskositas yang diharapkan berada pada rentang 32,5–2499,5 cPs. Pengukuran ukuran partikel dan polidispersi indeks dilakukan menggunakan Particle Size Analyzer (PSA). Sampel NLC diencerkan menggunakan aquadest kemudian dimasukkan ke dalam kuvet untuk dilakukan pengukuran. Parameter ukuran partikel dan nilai polidispersi indeks digunakan untuk mengetahui kestabilan dan keseragaman ukuran partikel dalam sistem NLC.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Skrining Fitokimia

Pengujian berikutnya dilakukan skrining fitokimia yang bertujuan untuk mengetahui kandungan metabolit sekunder dalam ekstrak seperti flavonoid, fenolik, dan tanin. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ekstrak daun jambu biji mengandung senyawa flavonoid, fenolik, dan tanin. Hasil uji skrining fitokimia dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava L.*)

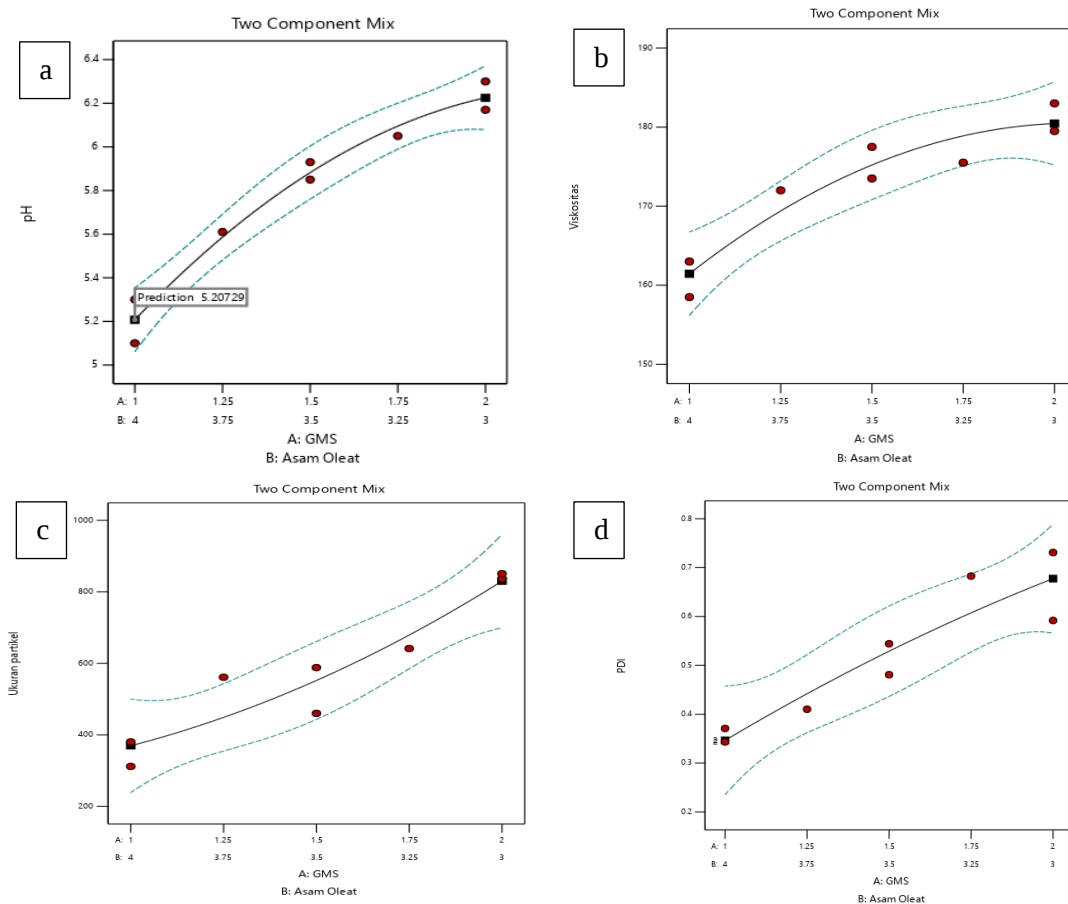
Senyawa	Pereaksi	Hasil Pengamatan	Pustaka (Sosalia dkk., 2021)
Flavonoid	Serbuk Mg 0,5 gram+HCl pekat+amil alkohol	Timbul warna jingga pada lapisan amil alkohol	Timbul warna merah atau jingga pada lapisan amil alkohol
Fenolik	Folin ciocalteu + 1,5 ml Na ₂ CO ₃	Terbentuk warna biru	Terbentuk warna biru
Tanin	FeCl ₃ 5%	Warna hijau kehitaman hitam	Terdapat warna hijau kehitaman

3.2 Hasil Uji Karakteristik Fisik Sediaan NLC

Metode Simplex Lattice Design (SLD) menghasilkan kombinasi formula sebanyak delapan run dengan variasi konsentrasi GMS (1%-2%) dan asam oleat (3%-4%). Semua kombinasi formula tersebut menggunakan zat aktif ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava L.*) dengan konsentrasi tetap yaitu 1,5%. Semua run sediaan NLC yang diperoleh kemudian diuji karakteristik fisik meliputi uji organoleptis, pH, viskositas, ukuran partikel, dan polidispersi indeks. Hasil uji karakteristik fisik sediaan *Nanostructured Lipid Carrier* (NLC) pada masing-masing run dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Karakteristik Fisik Formula Running Nanostructured Lipid Carrier (NLC) Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.)

Uji	run							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Aroma	Khas ekstrak	Khas ekstrak	Khas ekstrak	Khas ekstrak	Khas ekstrak	Khas ekstrak	Khas ekstrak	Khas ekstrak
Warna	Hijau kecoklatan	Hijau kecoklatan	Hijau kecoklatan	Hijau kecoklatan	Hijau kecoklatan	Hijau kecoklatan	Hijau kecoklatan	Hijau kecoklatan
Tekstur	Cair	Cair	Cair	Cair	Cair	Cair	Cair	Cair
pH	5,85	5,10	5,61	6,17	5,93	6,30	6,05	5,30
Viskositas (cPs)	173,5	163,0	172,0	183,0	177,5	179,5	175,5	158,5
Ukuran Partikel (nm)	588,3	312,1	561,4	837,5	460,4	850,9	641,7	380,7
PDI	0,4808	0,3709	0,4102	0,5918	0,5442	0,7309	0,6826	0,3433



Gambar 1. Model Grafik Pengaruh Konsentrasi GMS dan Asam Oleat pada (a) pH; (b) Viskositas; (c) Ukuran Partikel; (e) Polidispersi Indeks

Berdasarkan persamaan pada gambar (a) $Y = 0,263209 (A) + 0,572490 (B) + 0,663529 (A)(B)$ dapat dilihat bahwa persamaan tersebut menunjukkan nilai pH dipengaruhi oleh konsentrasi GMS dan asam oleat, dan interaksi keduanya. Seluruh

koefisien pada persamaan bernilai positif, yang berarti peningkatan proporsi GMS maupun asam oleat akan cenderung meningkatkan nilai pH sediaan. Nilai koefisien asam oleat (0,572490) lebih besar dibandingkan GMS (0,263209), sehingga dapat dikatakan bahwa asam oleat memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap perubahan pH. Selain itu, koefisien interaksi GMS dan asam oleat (0,663529) merupakan yang paling tinggi, menunjukkan bahwa kombinasi kedua bahan tersebut memberikan pengaruh yang lebih kuat terhadap pH dibandingkan pengaruh masing-masing bahan secara terpisah.

Berdasarkan persamaan pada gambar (b) $Y = 6,64314(A) + 21,68235(B) + 17,01961(A)(B)$, semua koefisien bernilai positif, yang menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi GMS (A), asam oleat (B), dan kombinasi keduanya cenderung meningkatkan nilai viskositas sediaan NLC. Koefisien GMS (A) sebesar 6,64314 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi GMS dapat meningkatkan viskositas sediaan. GMS merupakan lipid padat yang membentuk matriks utama dalam sistem NLC. Semakin tinggi konsentrasi GMS, semakin banyak struktur padat yang terbentuk sehingga hambatan terhadap aliran meningkat dan sediaan menjadi lebih kental. Koefisien asam oleat (B) sebesar 21,68235 juga bernilai positif dan memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan koefisien GMS. Hal ini menunjukkan bahwa asam oleat memberikan pengaruh yang lebih dominan terhadap peningkatan viskositas. Koefisien interaksi GMS dan asam oleat (AB) sebesar 17,01961 menunjukkan bahwa kombinasi kedua bahan juga memberikan pengaruh positif terhadap viskositas.

Berdasarkan persamaan pada gambar (c) $Y = 899,48725(A) + 58,10294(B) - 190,52549(A)(B)$ koefisien GMS (A) dan asam oleat (B) bernilai positif, sedangkan koefisien interaksi antara GMS dan asam oleat (AB) bernilai negatif. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing bahan secara individu cenderung meningkatkan ukuran partikel, sedangkan kombinasi keduanya menurunkan ukuran partikel. Koefisien GMS (A) sebesar 899,48725 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi GMS memberikan pengaruh paling besar terhadap peningkatan ukuran partikel. GMS merupakan lipid padat yang berperan sebagai penyusun utama matriks NLC. Semakin tinggi konsentrasi GMS, semakin besar

jumlah fase lipid yang didispersikan sehingga proses pembentukan partikel menjadi lebih sulit. Akibatnya ukuran partikel yang terbentuk cenderung lebih besar. Koefisien asam oleat (B) sebesar 58,10294 juga bernilai positif, sehingga peningkatan konsentrasi asam oleat dapat meningkatkan ukuran partikel. Namun, pengaruh asam oleat lebih kecil dibandingkan GMS karena nilai koefisiennya lebih rendah. Koefisien interaksi GMS dan asam oleat (AB) sebesar -190,52549 menunjukkan bahwa kombinasi kedua bahan memberikan pengaruh negatif terhadap ukuran partikel. Hal ini menandakan bahwa interaksi antara GMS dan asam oleat mampu menghasilkan ukuran partikel yang lebih kecil dibandingkan kedua bahan secara terpisah.

Berdasarkan persamaan pada gambar (d) $Y = 0,171928(A) - 0,023928(B) + 0,067561(A)(B)$ koefisien GMS (A) dan interaksi antara GMS dan asam oleat (AB) bernilai positif, sedangkan koefisien asam oleat (B) bernilai negatif. Hal ini menunjukkan bahwa GMS dan kombinasi kedua bahan cenderung meningkatkan nilai PDI, sedangkan asam oleat cenderung menurunkan nilai PDI. Koefisien GMS (A) sebesar 0,171928 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi GMS dapat meningkatkan nilai PDI. Peningkatan jumlah GMS menyebabkan matriks lipid menjadi lebih padat sehingga proses pembentukan partikel menjadi kurang seragam. Akibatnya distribusi ukuran partikel menjadi lebih lebar dan nilai PDI meningkat. Koefisien asam oleat (B) sebesar -0,023928 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi asam oleat cenderung menurunkan nilai PDI. Asam oleat sebagai lipid cair dapat meningkatkan fleksibilitas matriks lipid sehingga proses pembentukan partikel berlangsung lebih homogen. Kondisi tersebut menghasilkan distribusi ukuran partikel yang lebih seragam sehingga nilai PDI menjadi lebih rendah. Koefisien interaksi GMS dan asam oleat (AB) sebesar 0,067561 menunjukkan bahwa kombinasi kedua bahan memberikan pengaruh positif terhadap nilai PDI. Hal ini berarti interaksi antara GMS dan asam oleat pada komposisi tertentu dapat meningkatkan variasi ukuran partikel. Peningkatan nilai PDI menunjukkan bahwa distribusi ukuran partikel menjadi lebih luas dibandingkan kedua bahan secara terpisah.

Tahapan analisis yang dilakukan berikutnya setelah seluruh data pengujian sifat fisik pada formula optimum yang diperoleh, yaitu melakukan uji normalitas yang kemudian dilanjutkan dengan analisis *One Sample T-Test* menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS 24. Hasil yang diperoleh pada uji normalitas menunjukkan bahwa seluruh parameter uji memiliki data yang terdistribusi secara normal, dan telah memenuhi persyaratan signifikansi karena memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$). Pengujian *One Sample T-Test* tersebut dimaksudkan untuk membandingkan secara statistik tingkat perbedaan antara nilai aktual hasil pengujian laboratorium dengan nilai prediksi yang dihasilkan oleh *software Design Expert* 13. Teknik analisis statistik ini digunakan untuk menguji apakah terdapat perbedaan (signifikan) atau tidak dengan nilai pembanding yang telah ditetapkan. Berdasarkan hasil olah data, semua parameter uji memiliki nilai signifikansi atau nilai p lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara nilai prediksi dari *software* dengan nilai aktual hasil laboratorium. Hasil ini membuktikan bahwa masing-masing parameter dengan rentang konsentrasi GMS dan asam oleat yang dioptimalkan adalah valid dan memiliki ketepatan untuk memprediksi karakteristik sediaan. Seluruh rangkuman hasil uji *One Sample T-Test* tersebut disajikan secara terperinci pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji *One sample t-test* NLC

Parameter Uji	Hasil Observasi	Hasil Prediksi	Signifikasi	Kesimpulan
pH	5,46±0,264726	5,688	0,521	Tidak Berbeda Signifikan
Viskositas (cps)	162,9±4,669047	171,450	0,656	Tidak Berbeda Signifikan
Ukuran partikel (nm)	419,46±164,9747	479,032	0,192	Tidak Berbeda Signifikan
PDI	0,31078±0,022259	0,470	0,363	Tidak Berbeda Signifikan

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa variasi perbandingan konsentrasi Gliseril Monostearat (GMS) dan asam oleat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik fisik sediaan *Nanostructured Lipid Carrier* (NLC) ekstrak etanol daun jambu biji (*Psidium guajava* L.). Formula optimum

NLC ekstrak etanol daun jambu biji diperoleh pada konsentrasi GMS sebesar 1,329% dan asam oleat sebesar 3,671%, yang menghasilkan karakteristik fisik sediaan paling optimal.

4.2 Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian zeta potensial guna mengetahui stabilitas sistem nanopartikel serta memprediksi kemungkinan terjadinya agregasi partikel. Selain itu, perlu dilakukan pengujian aktivitas biologis, seperti uji pertumbuhan rambut secara *in vitro* maupun *in vivo*, untuk membuktikan efektivitas sediaan NLC ekstrak daun jambu biji sebagai agen anti kerontokan rambut.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Addakhil, A.R. 2021. Formulasi dan Evaluasi *Nanostructred Lipid Carrier: Preparation Methods and Applications*. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 61, 102-115
- Aisiyah, S., Harjanti, R., dan Nopiyanti, V. 2019. Pengaruh Panjang Rantai Karbon Lipid Padat terhadap Karakteristik Nanostructured Lipid Carrier Resveratrol. *JPSCR: Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 4: 69.
- Chaudhary, S., Garg, T., Murthy, R.S.R., Rath, G., dan Goyal, A.K. 2015. Development, optimization and evaluation of long chain nanolipid carrier for hepatic delivery of silymarin through lymphatic transport pathway. *International Journal of Pharmaceutics*, 485: 108–121.
- Handarni, D., Putri, S.H., dan Tensiska, T.J.K.P.T. dan B. 2020. Skrining Kualitatif Fitokimia Senyawa Antibakteri pada Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 8: 182–188.
- Harris, B. 2021. Kerontokan Dan Kebotakan Pada Rambut. *Ibnu Sina: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan - Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sumatera Utara*, 20: 159–168.
- Jafar, G., Pebriawati, S., Latifah, Z.A., Pratama, R., dan Muhsinin, S. 2025. Review Artikel: Pengembangan Nanostructured Lipid Carriers Untuk Pengobatan Alopecia. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 12: 119–128.
- Pramitha, R.J., Wiryawan, I.G.S., Linawati, N.M., dan Rusyati, L.M.M. 2013. Farmakoterapi Alopecia Androgenetik pada Laki-Laki. *E-Jurnal Medika Udayana*, 2: 515–534.

- Rizikiyan, Y., Sugihartini, N., dan Rais, I.R. 2025. Nanostructured lipid carrier (NLC) in topical preparations: a narrative review of components, manufacturing methods, characteristics and activities. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 23: 138.
- Ruksiriwanich, W., Khantham, C., Barba, F.J., Sringarm, K., Jantrawut, P., Chittasupho, C., dkk. 2022. Antiandrogenic and antioxidant activities of *Psidium guajava* leaf extract. *Journal of Ethnopharmacology*, **290**: 115–123.
- Sosalia, R.D., Subaidah, W.A., dan Muliasari, H. 2021. Formulasi Dan Uji Aktivitas Antioksidan Sediaan Masker Peel Off Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.). *Lambung Farmasi: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, **2**: 146.